

土油罐建造经验汇编

商业部燃料局编

燃料化学工业出版社



817865
528

内 容 提 要

本书是有关储存轻质石油的土油罐的施工和防渗方面汇编。主要内容有：建造土油罐应注意的问题、砖砌球形顶盖无模支撑的新施工法、以及防渗水泥砂浆抹面和几种耐油涂料的性能和作法。对土油罐的防渗问题也作了理论上的探讨和研究。

本书可供一般石油经营单位、农村社队、工矿企业和建筑施工部门有关工人、干部、技术人员在修建中、小型土油罐时参考。

土油罐建造经验汇编

商业部燃料局 编

(内部发行)

燃料化学工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

燃料化学工业出版社印刷二厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本787×1092¹/₃₂ 印张 2

字数 42 千字 印数 1—13,700

1974年7月第1版 1974年7月第1次印刷

书号15063·内638 (油 72) 定价 0.16 元

前 言

无产阶级文化大革命以来，随着我国工农业生产的蓬勃发展，特别是农业机械化日益发展，农村石油用量日益增多，因此需要新建大量石油储存容器，以适应商业供应部门和农村社队的需要。在伟大领袖毛主席提出的“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”的总路线指引下，近年来全国许多省、市、自治区有关部门，在批林整风运动推动下，充分发动和依靠群众，狠抓路线教育，解放思想，破除迷信，发扬自力更生，艰苦奋斗的革命精神，建造了大量的土油罐，取得了很好的成绩。

土油罐结构简单，造价低廉，可以因地制宜，就地取材。几年来各地土油罐建设速度很快，质量也越建越好，在保证农业用油支援抗旱夺丰收的战斗中发挥了重要作用。同时，由于布点分散，也有利于战备。

各地在开展土油罐建设过程中，组织了专门班子，实行群众、干部、技术人员三结合，在科研设计部门的大力支持下，不断总结，不断提高，创造了不少新结构和新的防渗方法，初步掌握了一些建造规律，积累了不少经验。现将部分有代表性的经验汇编成册，供有关同志在施工中参考。

由于时间仓促，编写内容难免有错误或不当之处，请批评指正。

目 录

前言

建造土油罐应注意的几个问题	商业部燃料局 (1)
砖砌球形顶盖的施工	商业部燃料局 (10)
土油罐的防渗问题	山东省建筑科学研究所 (14)
氯化铁防渗水泥砂浆抹面	山东省石油公司 (27)
水泥“帝畏”清漆胶泥	山东省建筑科学研究所 山东省石油公司 (31)
聚氨基甲酸酯*7202涂料	上海市染料涂料研究所 上海市石油煤炭公司 (34)
不饱和聚酯树脂涂料	天津石油站 (39)
环氧改性聚氨酯涂料	西北涂料工业研究所 兰州石油站 (44)
介绍几种土油泵	山东省石油公司 (49)
附录	
水泥“帝畏”清漆胶泥的试验研究	山东省建筑科学研究所 (54)

建造土油罐应注意的几个问题

商业部燃料局

土油罐的质量是否良好，使用是否耐久，与油罐形式、施工的每一环节和建成后日常维护管理密切相关。现结合几年来各地建罐经验，概述如下，供作参考。

一、土油罐的型式

从外形分有长方型和圆柱型两种。圆柱型罐内表面拐角少，容易保证抹面质量，对承受外压也比较有利。小容量的罐采用长方型砌筑时较为方便。从罐的埋置深度分，有地下式、半地下式和地上式。凡有条件的以建地下式为宜。采用半地下式或地上式要采取覆土或其他保温隔热措施，防止油罐因温度变形导致防渗抹面或涂料裂纹失效。建罐时要利用地形，尽可能实行自流作业。要布置合理，进出油方便，安全隐蔽。

二、地基与基础

地基的选择与土油罐的结构和防渗的可靠性关系很大。一定要选择地下水位比较低、土质均匀坚实的地方。在一般情况下，要求最高地下水位不要超过油罐底板面，以免空罐时为地下水所顶裂。容量在一百立方米以下的罐，一般对地基荷载不大于5吨/米²，可以选择根据建筑经验判断地耐力在10吨/米²以上的地基，这样油罐建成后沉降小，不致引起

油罐（特别是底板）变形开裂。也可以根据以往已建的一些油罐的沉降情况来判断地基的好坏。要掌握和积累以往油罐试水或装油后的沉降数据，借以判断油罐地基的可靠性。从沉降大小的角度来看，一般建造地下罐是比较有利的。由于被挖去的土重和新建油罐重量基本相等，油罐建成后沉降一般很小或基本无沉降，这样，地下罐的基础和底板可按一般构造要求来处理。可先将坑底夯实，铺上10厘米厚三合土或15厘米厚灰土垫层，再捣10至15厘米厚的150号混凝土。如土壤有局部不均，可在底板下部配置构造钢筋，防止局部下沉。当直径大于9米时，应在混凝土底板上部配置构造钢筋，以防止因罐外温度变化或混凝土本身硬化收缩所引起的裂纹。一般石料较多的地区，直径在六米以下的罐，可用1:3水泥砂浆和块、毛石砌筑。也可用水泥砂浆砌两皮侧砖。要吸取一些已建成的油罐的做法和经验，搞好基础处理。不要不问地基如何，盲目加厚基础底板，造成不必要的浪费。在一些软弱不良的地基上，如淤泥、淤沙等高压缩性土壤及湿陷性黄土等，一般不要建罐。如必须修建时，应请当地建筑设计、施工部门进行“会诊”，在未正式确定做法前，不要随便动工。砖石砌的土油罐对地基的不均沉降比较敏感，过大的沉降和不均沉降均会引起油罐裂缝，这些情况在设计时又难于准确预计，因此对地基选择必须持慎重态度。目前各地修建了大量的小型（一百立方米以下）土油罐，但对基础处理缺乏总结，对于修建五百至一千立方米的中型罐，经验更少，极需积累有关这方面的资料。这项工作与油罐的可靠性关系很大，我们要予以重视。

三、罐壁

罐壁砌体主要承受由于液压所产生的拉应力，而砌体本身抗拉强度很低，因此保证砌体质量就十分重要。砌筑前必须用水将砖浇透，以免砌筑时砖料吸收砂浆中的水分，影响砌体强度。砖的标号应在75号以上，砂浆一般采用50号水泥白灰砂浆，如长期处于潮湿环境中时，应用75号以上水泥砂浆砌筑。石砌体砌前应将石料用水洗刷干净，砌时座灰用1:3水泥砂浆。为了防止石料砌上后下沉并将砂浆外挤，水灰比要尽可能地小。可将砂浆拌成松散体状，用手捏之能成团，这样的含水量最好。砖石料每砌一层均用50号水泥白灰砂浆灌缝。一则可以堵塞空洞，一则可以增加砌体强度。由于石缝宽度一般在2厘米左右，灌缝后应予捣实。砌筑砖、石时，随砌随刮缝，以便勾缝和抹面与罐壁结合牢固。刮缝宽度：砖壁1~1.5厘米，石壁2厘米左右。砌体砌筑法：石料可参照一般房屋建筑习惯砌法，砖壁以“三顺一丁”或“五顺一丁”砌法较好。这种砌法较一般砌法抗拉强度大些。砌时，为了保证罐壁的圆直度，可采用“土圆规”。做法是：在底板中心立一钢管，钢管上端可固定在跨于基坑顶的木梁上。对于直径较大的罐，钢管上端可用三根拉线固定之。用一根长等于油罐内半径的木方与钢管垂直连接，并可沿钢管升降与转动，用以控制砌砖位置。小型罐的罐壁如采用混凝土浇捣时，可采用砖模。开始砌罐壁时，必须注意壁与底结合牢固。砌前必须将混凝土底板上的浮皮、杂物清除，并用竹刷或钢丝刷用水洗刷干净，以利结合。

图 1-1-1

图 1-1-2

四、顶盖

顶盖做法要本着就地取材的原则。矩形罐的顶盖，有石料的地区采用石梁、石板等石材，有砖的地区采用砖砌圆弧拱，跨度在2米左右的圆弧拱，有的地区采用预制比较省工省料，也有的地区采用砖扁壳，也有采用钢筋混凝土梁板。圆柱型罐的顶盖有采用钢筋混凝土球形顶盖或梁板，有砖砌球形顶盖。目前各地正逐步推广江苏省兴化县大垛区供销社职工和贫下中农创造的“三无”（无模板、无支撑、无钢筋）砖砌球形顶盖，既节约三材，又方便施工。目前这种型式已用于16米直径的砖石结构土油罐。由于跨度大，边缘弯矩也大，因此边缘浇有一层6厘米厚的钢筋混凝土薄板。这种顶盖的砌法，本汇编在《砖砌球形顶盖的施工》一文中作专门介绍。

五、防渗做法

防渗做法是土油罐施工的重要环节，必须抓好质量。防渗做法基本上可分为四大类：第一类为抹面防渗，第二类为涂料防渗，第三类为水封防渗，第四类为贴面防渗。

1. 抹面防渗 石油的主要成分是烃类化合物，它对水泥没有腐蚀作用。石油中硫、氮、氧的化合物含量一般很少，因此对水泥砂浆和混凝土侵蚀作用很小。根据调查，各地采用水泥砂浆抹面防渗使用十多年至今仍然完好的老罐很多，说明只要在使用中掌握水泥砂浆喜潮怕干的特性，注意维护，是可以经久使用的。由于取材容易，目前使用较广。但各地做法都不一致，防渗效果也很不一样。本汇编中《关于土油罐的防渗问题》、《氯化铁防渗水泥砂浆抹面》两文对水泥砂

浆防渗原理和施工操作作了介绍，可供参考。总之，其他三类防渗做法也都以水泥砂浆作为基层，因此搞好抹面质量对加强防渗和延长油罐使用寿命有重要作用。

搞好抹面必须严格掌握选料、抹压和养护三个环节。

选料 砂用洁净中砂，含泥大的应用水淘洗，因含泥量多，砂浆收缩大，易裂纹。水泥要选用 400 号以上的硅酸盐水泥，要安定性合格，出厂时间不超过三个月。凡未经鉴定的水泥必须进行安定性测定，合格后方准使用，以免抹面后产生裂纹，甚至完全破坏。

抹压 每遍抹面要注意掌握厚度。砖壁对砂浆的吸附力较强，第一遍可抹 1 厘米厚。为了与罐壁结合牢固，抹时应用铁抹用力刮抹，使砂浆挤入砖、石壁的灰缝中。以后每遍不得超过 5 毫米。石壁吸水性差，每遍以不超过 5 毫米为宜，厚了易坠落，造成空鼓，也不利于压实。每遍在初凝后应用木抹多次揉压密实。为了提高砂浆抗渗能力，可适当添加一些添加剂。目前市上容易购买、效果较好的有：

(1) 无水三氯化铁、硫酸铝、固体木醋浆。三者的重量比为 1.5:0.10:0.10，将上述化合物先溶于水，再用以拌制砂浆。

(2) 氯化铁防水剂。可参见《氯化铁防渗水泥砂浆抹面》一文。

抹面操作稍不注意极易产生缺陷，因此抹时必须逐遍检查，如有缺陷，应及时修理。抹面时如顶盖尚未施工，应搭架凉棚，防止风吹、日晒、雨淋。抹面后如出现表面发干，应及时喷雾养护，三天后可淋水养护，如罐体容许装水时，最好储水养护。养护应不少于十四天。近人孔处的抹面易遭风吹日晒而产生裂纹，应加强养护。抹面前对砖、石壁和混

凝土地板的表面处理极为重要。砖壁应在抹面前二天、石壁应在抹面前一天，用水充分淋透并将表面洗刷干净，这样才能保证抹面与罐壁结合牢固和水泥砂浆水化作用正常进行。

目前有的地区正在试验采用自应力水泥砂浆、菱苦土等防渗抹面，各地可作多方面试验，以不断提高抹面防渗效果。

2. 涂料防渗 在搞好抹面的基础上加上一层涂料，对于加强防渗，保护抹面，减少干缩都有好处。经两三年的实践证明：聚乙烯醇缩丁醛、7109聚氨酯奶白漆、改性环氧聚氨酯、不饱和聚酯树脂、聚氨基甲酸酯7202涂料以及环氧树脂等涂料都是有效的。它们共同的特点是施工时要求被覆盖的砂浆抹面表面干燥（局部不干的应设法烤干或吸干），否则涂料膜便会脱皮鼓泡。最近山东省试验的水泥“帝畏”清漆胶泥，它对表面潮湿或曾浸过油的砂浆抹面附着力都很好，既适于一般新罐作防渗抹面，也适于旧油罐砂浆抹面的修补。此外，以上涂料中的溶剂都具有易燃易爆特性，要注意防火安全。对于有毒涂料施工时罐内要加强通风，施工人员要带防毒面具或防毒口罩，以防中毒。这些涂料膜的弹性均较小，使用时要严格防止外界气温影响，以免局部产生过大变形，导致涂料和抹面裂缝渗油。

3. 水封防渗 做法是罐壁采用双层，中间储水，底板上也垫水，也有用双层底板中间储水的。水封罐防渗效果较好。南方不冻地区可建地上式，北方地区宜建地下式，如采用半地下式，应覆土保温防冻。水封罐的主要缺点，特别是小型罐，造价偏高。

4. 贴面防渗 目前主要有玻璃板贴面和瓷片贴面。做法是在水泥砂浆基层上用水泥膏粘贴玻璃板或瓷片，在接缝处

涂以环氧树脂。由于施工操作较难掌握，造价也稍高，目前采用不多。

上述四类防渗做法，在采用时要本着多、快、好、省的原则，就地取材，因地制宜，不要强求一致。由于各种防渗方法都以水泥砂浆为基层，因此要培训一定技术力量，掌握抹面操作关键，保证抹面质量，以增强防渗效果。

5. 埋设进出油管 目前发现各地在罐壁埋设进出油管处渗油的较多，这种缺陷是可以防止的。首先要把油管固定好，埋设前在钢管上焊上一块4毫米的方形钢板（钢板长宽尺寸较管径大20厘米左右，套在钢管上加以焊接），如没有钢板，焊上几根扁钢或钢筋，这样钢管埋砌后，不易摇动。其次是处理好钢管与抹面交接处的接缝。钢管埋设前必须除锈干净，钢管要突出罐壁内表面15厘米左右，在交接处的钢管和抹面上，先刷上一层环氧溶液（即环氧树脂加规定的增塑剂和固化剂后再加甲苯或二甲苯等溶剂，予以稀释，以便涂刷），然后粘贴一层宽为20厘米的玻璃纤维布，一半贴在罐壁上，一半贴在钢管上，然后面上再刷一层环氧溶液。同时，在安装前将钢管在罐内的一端截成小于 45° 的斜坡，安装时，坡口向上，以免进油时，油料喷射冲击底板。

六、油罐试水

油罐试水也是一个较重要的环节，一则可以对地基进行预压，一则可以检验结构是否可靠。试水在罐体达到设计强度后进行，一般在罐内抹面完成后，也有未经抹面就试水的。试水高度每次以进水一米高度左右为宜，待沉降稳定后，再继续加水。试水时可用下述简单装置进行观测：先在罐壁下部预埋一个或用环氧树脂粘贴一个用铁丝或薄铁皮弯成的U

形小圈，用一根长约70至80厘米的8号直铁丝，一端弯一直钩，钩在罐壁的铁圈上，中部支承在一个木桩的铁钉上（木桩系临时树立在罐旁），在铁丝的另一端，旁边也打一小木桩，桩上粘贴刻度纸，作为标尺。利用杠杆原理，当油罐下沉时，铁丝的另一端便向上翘，从刻度纸上读出读数，根据铁丝两端至中间支承铁钉的距离便可算出油罐沉降值。此法简单易行，上述装置可在罐的四个方向各设置一个，作为观测点。

七、油罐维护

土油罐必须加强保温与保潮。有些地区对这个问题重视不够，这是造成油罐后期渗油的主要原因。保温目的不仅是为了防冻，而且主要是为了尽可能地减少油罐内外温度变化，防止因过大的温度变形引起抹面裂纹。因此南方地区虽无冰冻，也要注意隔热。除水封罐外，一般地上罐也要采取覆土或其他隔热措施。油罐在腾空清理时，罐内人员出罐后，要及时将罐顶人孔盖严。特别是油罐腾空或未装油时，要将油罐各种开口盖严，防止日晒或冷空气进入，引起抹面裂纹，此类事例已发生多起，应该引起我们的重视。未刷涂料的抹面应特别注意保潮，防止干裂。空罐时要放些底水，将人孔密闭，保持罐内相对湿度在90%以上。

八、加强管理

土油罐建成后要加强管理，严禁水杂混入油内，保证油品质量。要设置一些石棉被、灭火机等消防用具，保证防火安全。同时要经常观测，进行计量管理。农用柴油、轻柴油的膨胀系数一般每升高 1°C 为 $0.0008\sim 0.0009$ ，经常用钢

尺计量油面高度，并测出油温，就可以从油温变化确定罐内油位升降是否合理，从而判断油罐使用是否正常。容量在一百立方米以上的罐要测做油罐计量表，有条件的单位，小罐也要这样做，以便于管理。

几年来各地实践证明：开展土油罐建设要坚持以路线教育为纲，加强领导，充分发动和依靠群众，要培训技术力量，在建罐中实行群众、干部、技术人员三结合，对上述几个主要环节，加强技术指导，这样土油罐的质量就有了基本保证。但也应该看到，土油罐是一个新生事物，我们对它的认识还很不充分，因此已经取得一定经验的地区和单位，仍要继续总结不断提高。尚缺乏经验的地区和单位，要认真抓点，学创结合，取得经验后再进行推广。有条件的单位要和科研部门积极配合对有关结构、防渗方面进行试验研究。根据现有经验和条件，商业部门目前建设重点要放在基层社，建造的油罐容量在一百立方米以下。对于三、五百以至一千立方米的罐可以试建，但不宜大量修建。砖、石等非金属罐对地基沉降比较敏感，容量较大的罐往往由于地基的过大沉降或不均沉降，引起罐壁和底板裂缝。因此对大容量油罐的地基必须认真勘测，掌握土壤的物理力学性质，同时对罐体结构要进行设计计算，避免因受力不合理造成破坏事故。让我们在毛主席的无产阶级革命路线指引下，积极慎重地开展土油罐建设，抓好质量，为更好地支援工农业生产，贯彻伟大领袖毛主席提出的“深挖洞、广积粮、不称霸”的战略方针，作出新贡献。

砖砌球形顶盖的施工

商业部燃料局

自从江苏省兴化县在建造土油罐中创造无模支撑的砖砌球形顶盖以来，不少地区正在学习推广，有的在设计、施工方面又有所创造。这种顶盖目前建造的最大直径已达十六米，对节约钢筋、水泥和木材收到很好效果。现在综合各地的经验，概述如下：

一、顶盖构造情况

砖砌球形顶盖系支承在钢筋混凝土圈梁上，它的拱高与直径之比为 1:5 左右。球壳厚度一般为半砖（12厘米），如不能满足强度和稳定性要求时，可在顶盖上面普遍加一层薄层钢筋混凝土，或在边缘浇注 6 厘米厚的薄层钢筋混凝土，其余部分用砖填砌，总厚 18 厘米。

顶盖内外面均应抹水泥砂浆，外表面加做防水层和保温层，内表面加刷耐油涂料。

二、顶盖施工

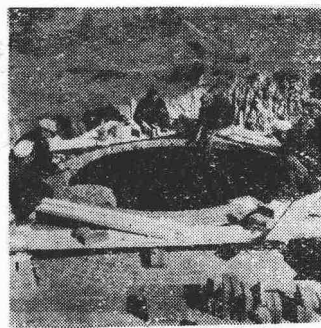
1. 砌前准备工作

（1）检查圈梁 顶面应在同一水平上，要求高差不超过 ± 1 厘米，圈梁的坡角（即砖球顶的支座）要准确，若有误差应用 1:3 水泥砂浆填补校正，也有在捣制圈梁时坡角表面预埋一层砖，便于圈梁和砖砌顶盖的结合。

(2) 定球心 对于容量在一百立方米以下的小型油罐,砖球顶的球心位置一般均在底板面以上。球心的确定法:可先计算出球心至壁顶的距离,在壁顶用两根16号细铁丝通过罐中心拉成十字形,在中间交点处垂挂重约四、五十斤的砖或石块。将十字线四端徐徐放松,重物随之下坠。当交点与壁顶间距离接近上述计算数值时,在十字线交点处,另系一细铁丝,在相当于球顶半径处作一标志,以此标志沿壁顶里口移动,如吻合,则此时交点即处于球心位置。若不吻合,应调整各根铁丝长短,直至吻合时为止。较大型土油罐,若球心位于底板面上,可在底板中心位置上设法固定一个轴承,轴承外圈上焊上几个圆环并系上铁丝,其长度应较球顶半径长50厘米左右,作为控制砌砖位置之用。用圆规线控制砌砖位置的操作情况见图1(a)及图1(b)。



(a)



(b)

图 1 用圆规线控制顶盖施工的情况

若球心位置位于油罐底板下面,则在底板面中心处固定一个轴承,同上法系上铁丝,然后将球顶几何尺寸在地面放出大样,用木料做成半跨拱架样板四个,在罐内就位并支撑牢固,每一皮砖砌前用铁丝在样板上量比一下,做上标记,

作为控制砌砖位置之用（见图2）。

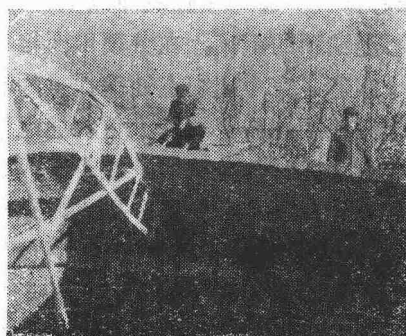


图 2 利用木制拱架控制球顶几何形状的施工情形

（3）保护底板 罐内存水30厘米以上或填砂10厘米左右，以防止落砖毁伤底板。

2. 球顶砌筑

砌筑前一天将砖浸湿洗净，砌筑时用1:0.5:1（水泥:石灰膏:砂）水泥石灰砂浆，要求有一定粘性，并用铁丝严格控制砌砖位置，砌体灰缝在顶盖的下表面要控制在2~4毫米

左右，每砌完一圈应将最后一块砖砌紧（可嵌小石片或铁片），各皮砖的砖缝应互相错开。砖越向上砌时，砖圈的直径越小，砖块应适当砍短，或利用断砖砌筑。

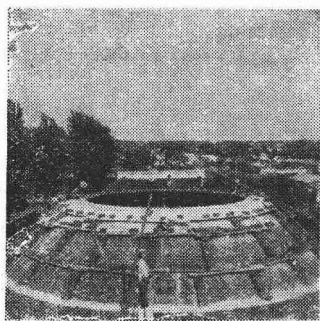


图 3 砌筑顶盖的脚手架

砌时在已砌好的顶盖上，每隔2~3米卧放一个砖垛，以支承脚手架（见图3）。砌筑时操作人员应采

取系安全带等必要的安全措施。湖北省咸宁地区石油站采用了浮筏式脚手架，施工也较安全方便，方法是罐内先装水，将空桶的桶口封严，分置在罐内水面上，将长圆木纵横绑扎支承于油桶上，联成一片，上铺跳板，组成浮筏。根据操作需要可提高水位并移动脚手板，必要时在浮筏上再放油桶，架高脚手板。

3. 人孔处理

可用14号槽钢（或用角钢焊成槽钢）焊成净空为 70×70 厘米的人孔框（也可以采用预制钢筋混凝土框）。在顶盖开始砌上三皮砖后，即可将人孔框就位固定（如图4），然后继续砌筑。在砌筑过程中要注意及时洒水养护。

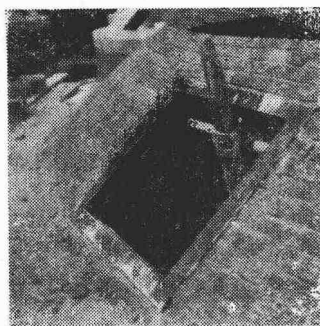


图4 人孔框

如顶盖边缘有薄层钢筋混凝土者，待砌至半径的一半时，即可浇捣这一层混凝土，借以加固顶盖。当顶盖砌毕并达到设计强度后即可按要求覆土，在覆土加荷时，在顶盖中心悬一线垂，进行顶盖变形观测。

注意顶盖每次覆土加荷值与线垂的下垂数是否成正比例，否则应立即停止加荷，以保证结构的可靠性。